

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

543 110

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. August 2004 (05.08.2004)

PCT

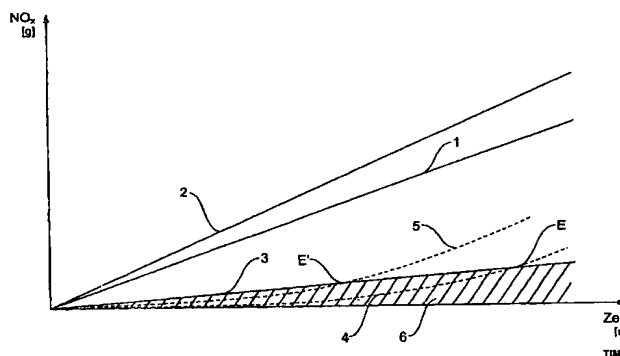
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/065771 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F02D (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): AUDI AG [DE/DE]; 85045 Ingolstadt (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/000336 (72) Erfinder; und
- (22) Internationales Anmeldedatum: 17. Januar 2004 (17.01.2004) (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ODENDALL, Bodo [DE/DE]; Am Grünen Bug 200, 86633 Neuburg (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Gemeinsamer Vertreter: MADER, Wilfried; Audi AG, Abt. N/EK-7, 74148 Neckarsulm (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
- (30) Angaben zur Priorität: 103 02 244.9 22. Januar 2003 (22.01.2003) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR ACTUATING AN ACCUMULATOR CATALYST FOR NITROGEN DIOXIDE ON AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE FOR A VEHICLE, IN PARTICULAR A CAR

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES STICKOXID-SPEICHERKATALYSATORS EINER BRENNKRAFTMASCHINE EINES FAHRZEUGES, INSBESONDERE EINES KRAFTFAHRZEUGES



(57) Abstract: The invention relates to a method for actuating an accumulator catalyst for nitrogen dioxide on an internal combustion engine for a vehicle, in particular a car. According to the inventive method, a first range of operation is carried out in a poor operating mode when the engine is supplied with a lean mixture and nitrogen oxide contained in the exhaust gas is stored in the accumulator catalyst for nitrogen dioxide. In order to remove nitrogen dioxide from said accumulator catalyst for nitrogen dioxide at a determined switching moment when a given switching condition is achieved, an engine control unit switches the poor-operating mode into a rich operating mode. The aim of said invention is to determine an optimal moment for switching from the poor operating mode into the rich operating mode in order to remove nitrogen oxide from the accumulator catalyst. For this purpose, a removal limit (3) is set up as a function of a gross value of the nitrogen dioxide emission (1) simulated in the exhaust gas flow and as a function of a value of the nitrogen dioxide emission detected at the end of the exhaust (4, 5) in such a way that the unloading of the catalyst is initiated when the integral emission values (1, 2, 4, 5) brought together show that the discharge limit (43) is achieved or exceeded.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Stickoxid-Speicherkatalysators einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeuges, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, mit einem ersten Betriebsbereich als Magerbetriebsbereich, in dem die Brennkraftmaschine mit einem mageren Gemisch betrieben wird und in dem die im Abgasstrom enthaltenen Stickoxide in einen Stickoxid-Speicherkatalysator

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/065771 A2



FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,

CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

eingespeichert werden, wobei zum Entladen des Stickoxid-Speicherkatalysators zu einem vorgebbaren Umschaltzeitpunkt bei Erfüllen einer vorgebbaren Umschaltbedingung mittels einem Motorsteuergerät vom Magerbetriebsbereich auf einen fetten Betriebsbereich umgeschaltet wird. Erfindungsgemäss wird zur Ermittlung eines optimierten Umschaltzeitpunktes von dem Magerbetriebsbereich auf den fetten Betriebsbereich zur Entladung des Stickoxid-Speicherkatalysators eine Entladeschwelle (3) als Funktion eines modellierten Stickoxid-Rohemissionswertes (1) im Abgasstrom und als Funktion eines erfassten aktuellen Stickoxid-Endrohremissionswertes (4, 5) festgelegt dergestalt, dass eine Entladung des Stickoxid-Speicherkatalysators ausgelöst wird, falls die miteinander in eine Beziehung gebrachten Integrale der Emissionswerte (1, 2, 4, 5) das Erreichen oder ein Überschreiten der Entladeschwelle (3) anzeigen.

NP 4507

Beschreibung

5

Verfahren zum Betreiben eines Stickoxid-Speicherkatalysators einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeuges, insbesondere eines Kraftfahrzeuges

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Stickoxid-Speicherkatalysators einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeuges, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

15

In der heutigen Fahrzeugtechnik werden Otto-Motoren als Brennkraftmaschinen mit einer Benzin-Direkteinspritzung anstatt einer konventionellen Saugrohreinspritzung bevorzugt, da derartige Brennkraftmaschinen gegenüber den herkömmlichen Otto-Motoren deutlich mehr Dynamik aufweisen, bezüglich Drehmoment und Leistung besser sind und gleichzeitig eine Verbrauchssenkung um bis zu 15 % ermöglichen. Möglich macht dies vor allem eine sogenannte Schichtladung im Teillastbereich, bei der nur im Bereich der Zündkerze ein zündfähiges Gemisch benötigt wird, während der übrige Brennraum mit Luft befüllt wird. Da herkömmliche Brennkraftmaschinen, die nach dem Saugrohrprinzip arbeiten, bei einem derartigen hohen Luftüberschuss, wie er bei der Benzin-Direkteinspritzung vorliegt, nicht mehr zündfähig sind, wird bei diesem Schichtlademodus das Kraftstoff-Gemisch um die zentral im Brennraum positionierte Zündkerze konzentriert, während sich in den Randbereichen des Brennraums reine Luft befindet. Um das Kraftstoff-Gemisch um die zentrale im Brennraum positionierte Zündkerze herum zentrieren zu können, ist eine gezielte Luftströmung im Brennraum erforderlich, eine sogenannte Tumbleströ-

5 mung. Dazu wird im Brennraum eine intensive, walzenförmige Strömung ausgebildet und der Kraftstoff erst im letzten Drittel der Kolbenaufwärtsbewegung eingespritzt. Durch die Kombination von spezieller Luftströmung und gezielter Geometrie des Kolbens, der z. B. über eine ausgeprägte Kraftstoff-Strömungsmulde verfügt, wird der besonders fein zerstäubte Kraftstoff in einem sogenannten „Gemischballen“ optimal um die Zündkerze konzentriert und sicher entzündet. Für die jeweils optimale Anpassung der Einspritzparameter (Einspritzzeitpunkt, Kraftstoffdruck) sorgt die Motorsteuerung bzw. das Motorsteuergerät.

10

Derartige Brennkraftmaschinen können daher entsprechend lange im Magerbetrieb betrieben werden, was sich, wie dies oben bereits dargelegt worden ist, positiv auf den Kraftstoffverbrauch insgesamt auswirkt. Dieser Magerbetrieb bringt jedoch den Nachteil einer erheblich größeren Stickoxidmenge im Abgas mit sich, so dass die Stickoxide (NO_x) im mageren Abgas mit einem Drei-Wege-Katalysator nicht mehr vollständig reduziert werden können. Um die Stickoxid-Emissionen im Rahmen vorgeschriebener Grenzen, z. B. des Euro-IV-Grenzwertes zu halten, werden in Verbindung mit derartigen Brennkraftmaschinen zusätzlich Stickoxid-Speicherkatalysatoren eingesetzt. Diese Stickoxid-Speicherkatalysatoren werden so betrieben, dass darin die von der Brennkraftmaschine erzeugten großen Mengen an Stickoxiden eingespeichert werden. Mit zunehmender gespeicherter Stickoxidmenge wird ein Sättigungszustand im Stickoxid-Speicherkatalysator erreicht, so dass der Stickoxid-Speicherkatalysator entladen werden muss. Dazu wird für eine sogenannte Entladephase kurzfristig mittels der Motorsteuerung bzw. dem Motorsteuergerät auf einen unterstöchiometrischen, fetten Motorbetrieb umgeschaltet, bei dem die Brennkraftmaschine mit einem fetten, einen Luftmangel aufweisenden Gemisch betrieben wird, um eine Ausspeicherung des Stickoxids zu erreichen. Bei diesem Ausspeichervorgang wird das eingespeicherte Stickoxid insbesondere durch die bei diesen fetten Betriebsbedingungen zahlreich vorhandenen

30

Kohlenwasserstoffe (HC) und Kohlenmonoxide (CO) zu Stickstoff (N₂) reduziert, das dann in die Umgebung abgegeben werden kann.

Gemäß einem allgemein bekannten, gattungsgemäßen Verfahren zum Betreiben eines Stickoxid-Speicherkatalysators einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges ist ein erster Betriebsbereich als Magerbetriebsbereich vorgesehen, in dem die Brennkraftmaschine mit einem mageren Gemisch betrieben wird und in dem die im Abgasstrom enthaltenen Stickoxide in einen Stickoxid-Speicherkatalysator eingespeichert werden, wobei zum Entladen des Stickoxid-Speicherkatalysators zu einem vorgebbaren Umschaltzeitpunkt bei Erfüllen einer vorgebbaren Umschaltbedingung mittels einem Steuergerät vom Magerbetriebsbereich auf einen fetten Betriebsbereich umgeschaltet wird.

Konkret wird hierzu der Entladezeitpunkt vom Motorsteuergerät anhand in einem Motorkennfeld abgelegter modellierter Werte errechnet. Problematisch bei derartigen Modellannahmen ist jedoch, dass die tatsächlichen Verhältnisse oftmals den modellierten Werten nicht entsprechen und von diesen abweichen. Insbesondere ist dies dann problematisch, wenn die in die Berechnung des Entladezeitpunkts eingehenden modellierten Stickoxid-Rohemissionswerte im Abgasstrom nicht mit den tatsächlichen Stickoxid-Rohemissionswerten übereinstimmen, wobei insbesondere der Fall problematisch ist, dass die tatsächlichen Stickoxid-Rohemissionswerte höher sind als die modellierten Stickoxid-Rohemissionswerte. So führt eine vom Modell nicht erfasste Verschlechterung der tatsächlichen Stickoxid-Rohemissionswerte zu einem wesentlich früheren Stickoxid-Durchbruch des Stickoxid-Speicherkatalysators. Bei derartigen Stickoxid-Durchbrüchen werden die erforderlichen Abgasgrenzwerte regelmäßig nicht eingehalten. Um dies zu vermeiden, werden die Unsicherheiten im Hinblick auf eine vom Modell nicht erfasste Verschlechterung der tatsächlichen Stickoxid-Rohemissionswerte im praktischen Betrieb vorgehalten, d.h. es wird eine Art „Sicherheitsabstand“ in Bezug auf die vorgegebenen Abgasgrenz-

werte vorgegeben. Dieses Vorhalten bewirkt aber, dass oftmals bereits zu einem solchen Zeitpunkt entladen wird, zu dem eigentlich noch keine Entladung vorgenommen werden bräuchte, da das Einspeicherpotential des Speicherkatalysators nicht ausgenutzt wird, d.h., dass insgesamt mehr Entladungen als
5 eigentlich notwendig durchzuführen sind, was wiederum den Kraftstoffverbrauch in unerwünschter Weise steigert.

Verfahren zur Modellierung der tatsächlichen Verhältnisse in einem Stickoxid-Speicherkatalysator sind u.a. aus der EP 0 867 604 A1 bekannt, bei dem die
10 Stickoxid-Speicherfähigkeit in Abhängigkeit von einer Speicherkatalysatortemperatur ermittelt wird.

Ein Verfahren zum Betreiben eines Stickoxid-Speicherkatalysators mit einem Korrekturfaktor ist aus der EP 0 997 626 A1 bekannt.

15 Ein Modell zur Berechnung der Beladung eines Stickoxid-Speicherkatalysators mit Stickoxiden und Schwefeloxiden ist aus der DE 100 38 461 A1 bekannt.

Ferner ist aus der WO 02/14659 A1 ein Verfahren und ein Modell zur Modellierung einer Ausspeicherphase eines Stickoxid-Speicherkatalysators bekannt,
20 bei der ein Sauerstoffspeicher durch einen ersten Integrator für Sauerstoff und der Stickoxid-Speicher durch einen zweiten Integrator für Stickoxide modelliert wird und der erste Integrator und der zweite Integrator gemäß einem Aufteilungsfaktor anteilig mit dem Reduktionsmittelmassenstrom beaufschlagt werden, wobei der Aufteilungsfaktor in Abhängigkeit des Sauerstoff-Speicherinhalts und des Stickoxid-Speicherinhaltes des Stickoxid-Speicherkatalysators
25 ermittelt wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betreiben eines Stickoxid-Speicherkatalysators einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeuges, insbeson-
30

dere eines Kraftfahrzeuges, zu schaffen, mit dem eine hinsichtlich des Kraftstoffverbrauchs optimierte Betriebsweise des Stickoxid-Speicherkatalysators möglich ist.

- 5 Diese Aufgabe wird gelöst mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Gemäß Anspruch 1 wird zur Ermittlung eines optimierten Umschaltzeitpunktes von dem Magerbetriebsbereich auf den fetten Betriebsbereich zur Entladung des Stickoxid-Speicherkatalysators eine Entladeschwelle als Funktion eines
10 modellierten Stickoxid-Rohemissionswertes im Abgasstrom und als Funktion eines erfassten aktuellen Stickoxid-Endrohrmissionswertes festgelegt dergestalt, dass eine Entladung des Stickoxid-Speicherkatalysators ausgelöst wird, falls die miteinander in eine Beziehung gebrachten Emissionswerte das Erreichen oder ein Überschreiten der Entladeschwelle anzeigen.

15

Vorteilhaft wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erreicht, dass die Endrohrmissionen nicht von den Rohemissionen abhängen, da die Entladeschwelle durch die Berücksichtigung der Stickoxid-Endrohrmissionswerte, die in Beziehung mit den modellierten Stickoxid-Rohemissionswerten im Abgasstrom gebracht werden, durch eine Abweichung der tatsächlichen Stickoxid-Rohemissionen von den modellierten Stickoxid-Rohemissionen in der Weise beeinflusst werden, dass eine Erhöhung der Rohemissionen dazu führt, dass der Stickoxid-Speicherkatalysator früher entladen wird, was dazu führt, dass die absolut pro Zeiteinheit emittierten noch-Kat-Emissionen einen absolut konstanten Wert nicht überschreiten. Dadurch wird vorteilhaft erreicht, dass die
25 Endrohrmissionswerte unabhängig von den tatsächlichen Stickoxid-Rohemissionswerten einen vorgegebenen Abgasgrenzwert nicht überschreiten. Eine Verschlechterung der Stickoxid-Rohemissionswerte wird somit über den aktuellen Stickoxid-Endrohrmissionswert erfasst und führt dazu, dass in Verbindung mit der vorgegebenen Entladeschwelle die Entladung zu einem solchen
30

Zeitpunkt eingeleitet werden kann, zu dem die Abgasgrenzwerte gerade noch eingehalten werden. Ein Vorhalten, wie dies bei der Betriebsweise gemäß dem gattungsbildenden allgemein bekannten Stand der Technik der Fall ist, ist bei dieser Betriebsweise somit nicht erforderlich. Da die Abgasgrenzwerte fest vorgegebene Werte sind, kann eine optimale Anpassung der Entladeschwelle für verschiedene Betriebszeitpunkte besonders einfach und verbrauchsoptimiert vorgenommen werden.

Besonders bevorzugt ist nach Anspruch 2, dass die Entladung des Stickoxid-Speicherkatalysators dann ausgelöst wird, wenn der zum Umschaltzeitpunkt erfasste aktuelle Stickoxid-Endrohremissionswert einen vorgebbaren, prozentualen Wert bezogen auf einen modellierten Stickoxid-Rohemissionswert zum Umschaltzeitpunkt erreicht oder überschreitet. Besonders bevorzugt ist hierbei nach Anspruch 3 vorgesehen, dass zur Ermittlung des aktuellen Stickoxid-Endrohremissionswertes der Stickoxid-Massenstrom nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator über die aktuelle Magerphase aufintegriert wird und/oder dass der modellierte Stickoxid-Rohemissionswert das Integral des modellierten Stickoxid-Rohmassenstroms vor dem Stickoxid-Speicherkatalysator über die gleiche aktuelle Magerphase ist. Der Quotient dieser beiden Integralwerte stellt hier somit eine Art relativer Stickoxid-Schlupf dar, bei dem eine Veränderung der tatsächlichen Rohemissionswerte bzw. mengen wie eine Veränderung der Stickoxid-Speicherfähigkeit des Stickoxid-Speicherkatalysators behandelt und damit emissionsneutral abgefangen werden kann. Eine Entladung wird vorzugsweise dann durchgeführt, wenn zum Umschaltzeitpunkt folgende Umschaltbedingung erfüllt ist:

$$\frac{\text{Integral der aktuell erfassten Stickoxid-Endrohremissionswerte}}{\text{Integral der modellierten Stickoxid-Rohemissionswerte}} \quad \text{vorgebbarer prozentualer Wert,}$$

Wie bereits zuvor erläutert, wird hierbei der prozentuale Wert in Abhängigkeit von einem Abgasgrenzwert vorgegeben, wobei das Produkt aus vorgebbarem

prozentualen Wert und dem Integralwert der modellierten Stickoxid-Rohemissionswert die Entladeschwelle festlegen. Ist der aktuell erfasste Stickoxid-Endrohremissionswert größer oder gleich diesem Produkt, wird die Entladung eingeleitet. Die Integrale werden hier über die Magerphase berechnet.

5

Dieser prozentuale Wert liegt nach Anspruch 4 wenigstens bei 10 %, vorzugsweise wenigstens bei 5 %. Dadurch wird eine hohe Abgassicherheit in Verbindung mit Stickoxid-Schadstoffen erzielt.

10 Gerätetechnisch kann der Stickoxid-Endrohremissionswert nach Anspruch 5 bevorzugt mittels einer in Abgasstromrichtung gesehen nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator angeordneten Sensoreinrichtung, vorzugsweise einem Stickoxid-Sensor, erfasst werden.

15 Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Die einzige Figur zeigt schematisch eine Auftragung der Stickoxidmenge über der Zeit. Die Kurve 1 stellt das Zeitintegral der modellierten Stickoxid-Rohemissionsmenge vor einem Stickoxid-Speicherkatalysator dar. Diese Kurve 1
20 ist in einem Kennfeld abgespeichert und steht dem Motorsteuergerät jederzeit zur Verfügung. Da die Modellbildung der Stickoxid-Rohemissionen während der Fahrzeuglebensdauer einer Vielzahl von Fehlerquellen unterliegt, die eine exakte Berechnung der Rohemissionen erschweren, kommt es im tatsächlichen Fahrzeugbetrieb zu tatsächlichen Rohemissionswerten, wie diese durch
25 die Kurve 2 dargestellt sind.

Um einen rohmissionsunabhängigen Entlade- bzw. Umschaltzeitpunkt festzulegen, wird zur Ermittlung eines optimierten Umschaltzeitpunktes von einem Magerbetriebsbereich auf einen fetten Betriebsbereich zur Entladung des
30 Stickoxid-Speicherkatalysators eine Entladeschwelle als Funktion der modei-

lierten Stickoxid-Rohemissionswerte im Abgasstrom und als Funktion von erfassten, aktuellen Stickoxid-Endrohrmissionswerten festgelegt. Dazu wird eine Entladeschwelle 3 festgelegt, hier beispielsweise bei 0,05 der modellierten Stickoxid-Rohemissionswerte, wobei sich der Wert 0,05 aus einem prozentualen Wert von 5 % ergibt, der sich wiederum von einem vorgegebenen Abgasgrenzwert ableitet. D. h. max. 5 % des Integrales der Rohemissionen werden emittiert, und die Kurve 3 stellt diese 5 % der modellierten Rohemissionen dar.

In der Fig. 1 ist mit 4 eine strichlierte Kurve eingezeichnet, die als Zeitintegral die aktuellen Stickoxid-Endrohrmissionswerte, die nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator gemessen werden, wiedergibt. Sobald diese Kurve 4 die Entladeschwelle 3 erreicht oder überschreitet, was als Schnittpunkt E in Fig. 1 eingezeichnet ist, dann wird vom Motorsteuergerät eine Entladung eingeleitet, da die folgende Umschaltbedingung erfüllt wird:

$$\frac{\text{Integral der aktuell erfassten Stickoxid-Endrohrmissionswerte}}{\text{Integral der modellierten Stickoxid-Rohemissionswerte}} \geq 0,05$$

Nimmt man an, dass die Endrohrkurve 4 diejenigen Endrohrmissionen sind, bei denen die tatsächlichen gleich den modellierten Stickoxid-Rohemissionswerten sind, dann ergibt sich für den Fall, dass die tatsächlichen Rohemissionswerte oder –mengen gemäß Kurve 2 über den modellierten Rohemissionswerten oder –mengen gemäß Kurve 1 liegen, die strichlierte Endrohrkurve 5, bei der der Endladezeitpunkt E' eher erreicht wird als in Verbindung mit der Endrohrkurve 4. Da die Entladeschwelle 3 aber in Abhängigkeit von den modellierten Rohemissionen festgelegt wird, ergibt sich somit im Betrieb stets der Fall, dass eine Entladung stets dann durchgeführt wird, wenn das Integral der Endrohrmissionen größer 5 % der modellierten Rohemissionen ist. Dadurch ist sichergestellt, dass die Endrohrmissionen einen Wert von 5 % der Modell-

rohmission nicht überschreiten und damit unabhängig von den tatsächlichen Rohemissionen bleiben. Damit lässt sich eine Betriebsweise des Stickoxid-Speicher-katalysators und damit der Brennkraftmaschine erzielen, bei der die Abgasgrenzwerte unabhängig von den tatsächlichen Rohemissionen ein-
5 gehalten werden und mit der ein hinsichtlich des Kraftstoffverbrauches optimierter Betrieb möglich ist.

Der mögliche Entladebereich ist in der Fig. 1 strichliert dargestellt und mit Bezugszeichen 6 bezeichnet.

Ansprüche

5

1. Verfahren zum Betreiben eines Stickoxid-Speicherkatalysators einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeuges, insbesondere eines Kraftfahrzeuges,

10

mit einem ersten Betriebsbereich als Magerbetriebsbereich, in dem die Brennkraftmaschine mit einem mageren Gemisch betrieben wird und in dem die im Abgasstrom enthaltenen Stickoxide in einen Stickoxid-Speicherkatalysator eingespeichert werden, wobei zum Entladen des Stickoxid-Speicherkatalysators zu einem vorgebbaren Umschaltzeitpunkt bei Erfüllen einer vorgebbaren Umschaltbedingung mittels einem Motorsteuergerät vom Magerbetriebsbereich auf einen fetten Betriebsbereich umgeschaltet wird,

15

20

dadurch gekennzeichnet,

25

dass zur Ermittlung eines optimierten Umschaltzeitpunktes von dem Magerbetriebsbereich auf den fetten Betriebsbereich zur Entladung des Stickoxid-Speicherkatalysators eine Entladeschwelle als Funktion eines modellierten Stickoxid-Rohemissionswertes im Abgasstrom und als Funktion eines erfassten aktuellen Stickoxid-Endrohremissionswertes festgelegt wird dergestalt,

dass eine Entladung des Stickoxid-Speicherkatalysators ausgelöst wird,

falls die miteinander in eine Beziehung gebrachten Emissionswerte das Erreichen oder ein Überschreiten der Entladeschwelle anzeigen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Entladung
des Stickoxid-Speicherkatalysators ausgelöst wird, falls der zum Um-
schaltzeitpunkt erfasste aktuelle Stickoxid-Endrohrmissionswert einen
vorgebbaren prozentualen Wert bezogen auf einen modellierten Stick-
oxid-Rohmissionswert zum Umschaltzeitpunkt erreicht oder überschrei-
tet.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

dass zur Ermittlung des aktuellen Stickoxid-Endrohrmissionswertes der
Stickoxid-Massenstrom nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator über die
aktuelle Magerphase aufintegriert wird,

dass der modellierte Stickoxid-Rohmissionswert das Integral des model-
lierten Stickoxid-Rohmassenstroms vor dem Stickoxid-Speicherkatalysa-
tor über die gleiche aktuelle Magerphase ist,

dass eine Entladung durchgeführt wird, wenn zum Umschaltzeitpunkt fol-
gende Umschaltbedingung erfüllt ist

$$\frac{\text{Integral des aktuell erfassten Stickoxid-Endrohrmissionswerte}}{\text{Integral des modellierten Stickoxid-Rohmissionswerte}} \quad \text{vorgebbarer prozentualer Wert}$$

wobei der prozentuale Wert hier in Abhängigkeit von einem Abgasgrenz-
wert vorgegeben wird, und das Produkt aus vorgegebenem prozentualen
Wert und dem Integralwert der modellierten Stickoxid-Rohmissionswerte
die Umschaltschwelle definiert.

- 4 Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der prozentuale Wert wenigstens 10 %, vorzugsweise wenigstens 5 % beträgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Stickoxid-Endrohrmissionswert mittels einer in Abgasstromrichtung gesehen nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator angeordneten Sensoreinrichtung, vorzugsweise einem Stickoxid-Sensor, erfasst wird.

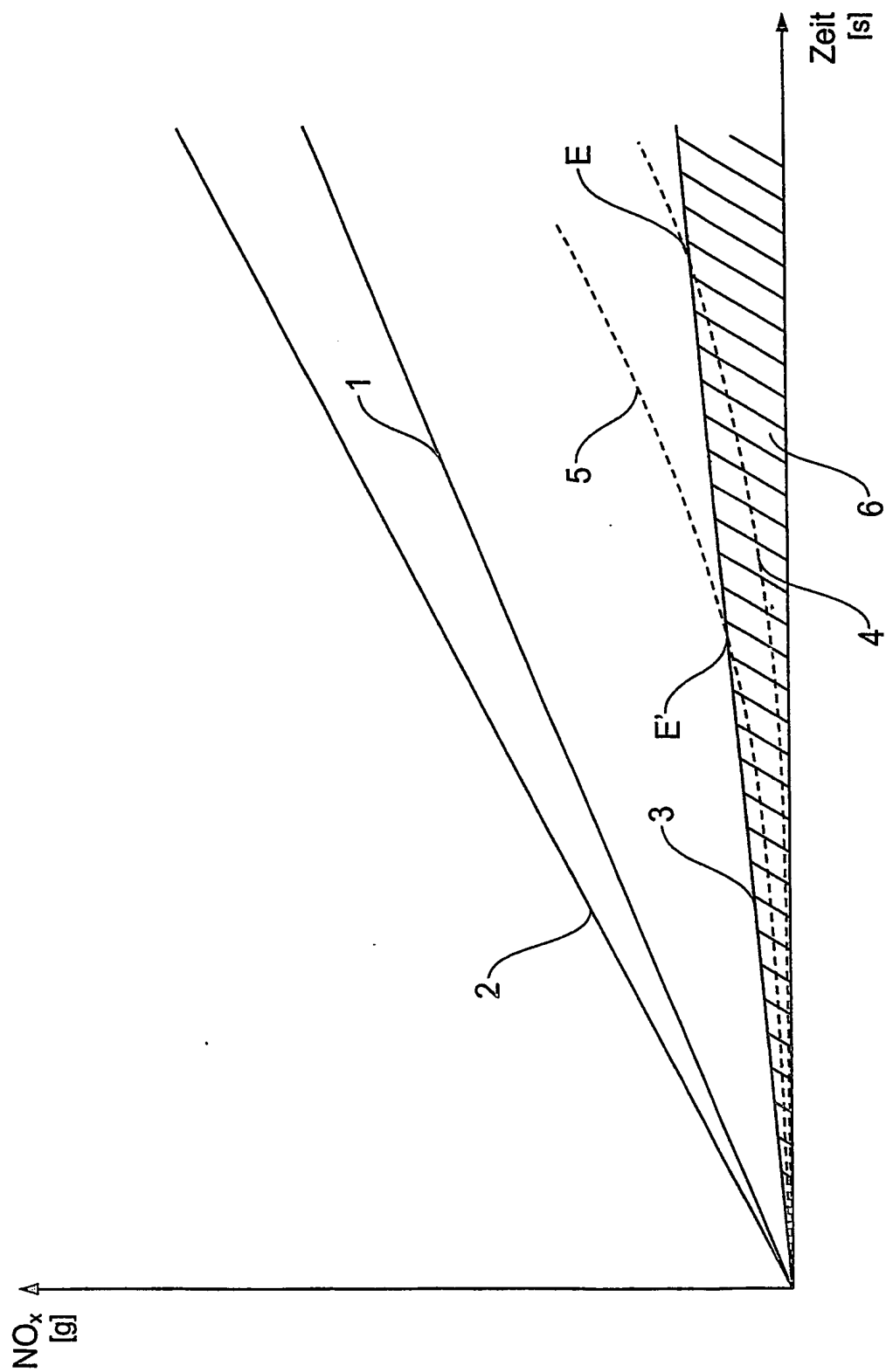


FIG. 1